

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/011433

International filing date: 22 June 2005 (22.06.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-183966
Filing date: 22 June 2004 (22.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 18 August 2005 (18.08.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 6 月 2 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 8 3 9 6 6

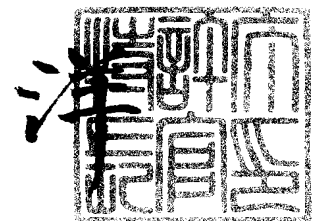
パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 1 8 3 9 6 6
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司

2 0 0 5 年 8 月 3 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	NTTH165511
【提出日】	平成16年 6月22日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	G02B 1/02
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	藤浦 和夫
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	今井 欽之
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	笹浦 正弘
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	中村 孝一郎
【特許出願人】	
【識別番号】	000004226
【氏名又は名称】	日本電信電話株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100077481
【弁理士】	
【氏名又は名称】	谷 義一
【選任した代理人】	
【識別番号】	100088915
【弁理士】	
【氏名又は名称】	阿部 和夫
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	013424
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9701393

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

$\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする光学材料。

【請求項 2】

$\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ からなり、組成 x が $0 \leq x \leq 0.35$ である立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする光学材料。

【請求項 3】

$\text{K}_{1-y}\text{Li}_y\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ からなり、組成 x が $0 \leq x \leq 0.35$ であり、組成 y が $0 \leq y \leq 0.02$ である立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする光学材料。

【請求項 4】

$\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなり、

波長 360 nm から 800 nm において屈折率 2.2 以上を有し、厚さ 10 mm における透過率が 80 % 以上またはこれと同等の透過率を有することを特徴とする光学レンズ。

【請求項 5】

$\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなり、

波長 360 nm から 800 nm において屈折率 2.2 以上を有し、 2.2 W/cm^2 の照射強度で 10 分間照射した場合の透過率の劣化が、1 % 以下またはこれと同等の透過率劣化特性を有することを特徴とするプリズム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学材料、光学レンズおよびプリズム

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学材料、光学レンズおよびプリズムに関し、より詳細には、高屈折率で異方性が無く、透過波長範囲の広い光学材料、光学レンズおよびプリズムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光学レンズ、プリズムなどの光学部品は、カメラ、顕微鏡、望遠鏡などの光学機器、プリンタ、コピー機など電子写真方式の記録装置、DVDなどの光記録、光デバイス等に用いられている。例えば、光記録の分野では、記録密度を高めるために、記録用のレーザー光のビーム径をできる限り小さくする必要がある。そこで、より短い波長の光を効率よく集光するために、短い波長まで高い透過率を維持し、屈折率が可能な限り高く、異方性が無いレンズまたはプリズムが必要となっている。

【0003】

例えば、レーザー光のビーム・スポット径は、光源の波長 λ とレンズの開口数NAで決定され、 $0.8 \times \lambda / NA$ であることが知られている。従来のDVD記録装置では、650nmの半導体レーザーとNA=0.6のレンズとを用いて、5インチ・ディスクに4.7GBの情報を記録することができる。近年、NAを大きくし波長を短くしたDVD（Blue-ray）記録装置が開発されている。この装置では、光源として405nmの半導体レーザーとNA=0.85のレンズを用いて、5インチ・ディスクで約23GBの記録容量を実現している。

【0004】

さらに、高屈折率の微小レンズを用いて、光の全反射部でのエバネッセント光により、記録密度を高めるニアフィールド記録方式が知られている。この微小レンズは、ソリッドイマージョンレンズ（SIL：Solid Immersion Lens）と呼ばれる半球状のレンズであり、光記録媒体と対物レンズとの間に配置される。このような光学系では、対物レンズを透過したビーム・スポット径は、等価的に $\lambda / (n \times NA)$ となり（nはSILの屈折率）、 $1/n$ に絞ることができる（例えば、非特許文献1参照）。光記録媒体の記録面とSIL底面との間隔が、光波長の $1/4$ 以下である領域においては、SILを透過したレーザー光が、SIL内部と同一の性質で出射されていることになり、ビーム・スポット径は、回折限界の $1/n$ に絞られる。

【0005】

上述したSILは、受光角 θ としたとき、 $NA = n^2 \sin \theta$ となり、光学材料の屈折率が大きく影響を及ぼす。このため、屈折率が高い光学材料が不可欠であり、集光性の観点から光学材料が複屈折を持たない均質な材料であることが不可欠である。さらに、短い波長まで光透過性が劣化しない光学材料であることも重要である。さらに、カメラ、顕微鏡、ステッパなどの光学部品は、実装上の制約が大きく、出来る限り屈折率が高く、集光性の高い小型のレンズが必要である。同じ大きさならば、NAが大きく、集光性が高く、明るいレンズを実現できることが望ましい。また、プリズムについても同様であり、高屈折率材料を用いることにより、小型で十分な分光特性を実現することができる。

【0006】

【特許文献1】 特開2000-19301号公報

【非特許文献1】 シャープ技報、「大容量光ディスクの動向」、第72号、1998年12月、pp. 9-12

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の観点から、高屈折率ガラス、結晶材料の検討がなされてきた。ガラスにおいては、La、Pbを多量に含有する高屈折率ガラス、TeO₂を主成分とするガラスが知られ

ている。しかしながら、可視光領域で屈折率 2.2 を実現できる光学材料は開発されておらず、屈折率を高くすると、400 nm 付近の光透過特性が劣化するという問題があった。

【0008】

一方、結晶材料については、多くの酸化物結晶で、屈折率が高い材料を用いたレンズが発明されている（例えば、特許文献 1 参照）。しかしながら、結晶材料においては、複屈折が無い光学的に均質な材料は、結晶構造が立方晶であるものに限定される。特許文献 1 には、多くの結晶が開示されているが、等方性の材料としては、 SrNbO_3 、 SrTaO_3 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{GeO}_2$ 、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ 、GaP に限定されている。これら結晶においても可視光領域の屈折率は、2.06～2.22 の範囲に留まっている。

【0009】

また、高輝度の液晶プロジェクタなどには、可視光領域の透過性に優れ、屈折率の異方性が無く、屈折率が高い材料を用いた偏光光学系用のプリズムが必要になる。従来、ホウケイ酸ガラスが用いられていたが、光弾性効果が大いという欠点があった。そこで、鉛含有ガラスなどの高屈折率ガラスを用いることが検討されているが、これらガラスは短い波長域の光透過特性が悪く、液晶プロジェクタで使用する波長領域をカバーすることができないという問題があった。

【0010】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、高屈折率で異方性が無く、透過波長範囲の広い光学材料、光学レンズおよびプリズムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、このような目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、光学材料であって、 $\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする。例えば、 α は K、 β は Ta とすれば、幅広い温度範囲において複屈折が無く、可視光領域で 2.2～2.4 の高い屈折率を得ることができる。

【0012】

請求項 2 に記載の発明は、光学材料であって、 $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ からなり、組成 x が $0 \leq x \leq 0.35$ である立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする。この構成によれば、相転移温度は、室温以下でありながら、さらに屈折率を高めることができる。

【0013】

請求項 3 に記載の発明は、光学材料であって、 $\text{K}_{1-y}\text{Li}_y\text{Ta}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ からなり、組成 x が $0 \leq x \leq 0.35$ であり、組成 y が $0 \leq y \leq 0.02$ である立方晶の単結晶材料からなることを特徴とする。この構成によれば、結晶の相転移を、潜熱を伴わない 2 次の相転移とすることができ、クラックの発生などの問題を解決することができる。

【0014】

請求項 4 に記載の発明は、 $\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなり、波長 360 nm から 800 nm において屈折率 2.2 以上を有し、厚さ 10 mm における透過率が 80 % 以上またはこれと同等の透過率を有することを特徴とする。この構成によれば、光記録媒体に情報を記録する光記録装置において、対物レンズから出射され、所定のビーム・スポット径に絞られたレーザー光を集光する光学レンズに適用することができる。

【0015】

請求項 5 に記載の発明は、 $\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料からなり、波長 360 nm から 800 nm において屈折率 2.2 以上を有し、 2.2 W/cm^2 の照射強度で 10 分間照射した場合の透過率の劣化が、1 % 以下またはこれと同等の透過率劣化特

性を有することを特徴とする。この構成によれば、R G B 信号に分離して各々変調を加えてから合成するプロジェクトにおいて、光源からの白色光をR G B 信号に分離し、分離されたR G B 信号を合成するプリズムに適用することができる。

【発明の効果】

【0016】

以上説明したように、本発明によれば、光学材料として室温で立方晶となる組成を用いたので、高屈折率で異方性が無く、透過波長範囲の広い光学材料を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。本実施形態においては、光学材料として $K_{1-y}Li_yTa_{1-x}Nb_xO_3$ （以下、KL TNという）なる化学式を有する結晶材料を用いて、室温で立方晶となる組成を用いたレンズおよびプリズムを作成することを特徴としている。KL TNは、立方晶から正方晶へと温度により結晶系を変える性質を有している。Liの含有量が0～0.02、Nbの添加量が0～0.35の領域であれば、立方晶から正方晶への相転移温度を室温以下とすることができる。従って、室温での使用において複屈折の無い光学材料が得られ、この結晶材料で作製したレンズおよびプリズムは、透過光の偏光依存性が無くなる。

【0018】

上述の組成において、 $KTaO_3$ （ $x=0$ ， $y=0$ 、以下、KTという）は、ほぼ $-273^{\circ}C$ の相転移温度を有し、幅広い温度範囲において複屈折の無い結晶材料が得られる。この組成においても可視光領域で2.2～2.4の高い屈折率を得ることができ、光学レンズやプリズムとしての性能は高い。さらに屈折率が高い材料を必要とする場合には、Nbを添加することで効果的に屈折率を上昇させることができる。但し、 $KNbO_3$ （ $x=1$ ， $y=0$ ）では、相転移温度が、約 $420^{\circ}C$ になるため、室温では複屈折を有することになる。

【0019】

従って、室温で利用する場合には、Nbの添加量に制限が発生する。具体的には、Nbの含有量が、Taに対して35%を超えると相転移温度が室温以上になる。さらに、相転移温度が室温以下であっても、保管や輸送温度が相転移温度以下になる場合には、結晶材料が相転移を繰り返すことになる。この場合、結晶の構造変化を伴うため、結晶にクラックが発生するなど、信頼性を低下させる要因となる。これは、 $KTa_{1-x}Nb_xO_3$ （ $y=0$ 、以下、KL TNという）の組成では、相転移が潜熱を伴う1次の相転移となるためである。

【0020】

そこで、Liを添加することにより、結晶の相転移を、潜熱を伴わない2次の相転移とすることができ、クラックの発生などの問題を解決することができる。従って、保管や輸送温度に比べて相転移温度が十分に低い場合には、KL TNによって十分に高性能で信頼性の高いレンズまたはプリズムを構成することができる。さらに高屈折率化し、保管や輸送温度と相転移温度が近接してきた場合には、Liを添加したKL TNが有効となる。

【0021】

以上のことから、従来の材料では不可能であった高屈折率で複屈折が無い光学レンズならびにプリズムを実現することができる。以下、実施例を用いて説明するが、本発明の特許請求の範囲を、下記の実施例で限定するものではない。

【実施例1】

【0022】

図1に、KTの屈折率の波長依存性を示し、図2に、KTの光透過特性を示す。実施例1で用いた材料は、 $KTaO_3$ であり、可視光の波長領域（400～800 nm）において2.2以上の屈折率を有しており、波長400 nm付近では、2.38に達している。また、図2に示した光透過特性においては、光の吸収端が約360 nmであり、短い波長

まで十分な光透過性を維持していることがわかる。具体的には、波長400nm付近では、厚さ10mmの材料で透過率が80%以上またはこれと同等の透過率を有する。

【0023】

なお、Kを、Ba、Sr、Caのうち少なくとも1つの元素で置き換え、かつ、Taを、Tiで置き換えた結晶材料を用いることもできる。このような結晶でも、相転温度に大きな変化をもたらすことなく、屈折率をさらに上昇させることができる。

【0024】

このKT結晶材料を切り出し、一般的なボールレンズの加工法により2mmの真球レンズに加工する。その後、レンズの一面を研磨により平坦に加工して、D形状の半球レンズを得る。この微小半球レンズをSILとして用いることにより、DVD記録装置のピックアップを構成する。

【0025】

図3に、DVD記録装置のピックアップ系の構成を示す。半導体レーザから出射されたレーザ光は、対物レンズ31を透過して、所定のビーム・スポット径に絞られる。対物レンズから出射したレーザ光は、SIL32で集光され、SIL32の底面で焦点を結ぶ。光記録媒体33の記録面とSIL32底面との間隔が、光波長の1/4以下に設定されており、SIL32からしみ出したレーザ光は、所定のビーム・スポット径で光記録媒体33の記録面に達する。

【0026】

実施例1で用いた半導体レーザは、685nmの波長である。NA0.65の対物レンズを用いて、屈折率2.23のKT結晶のSILを用いることにより、19Gbit/inch²の記録密度を実現できる。従来の高屈折率ガラスをSILに用いた場合、当該波長での屈折率が2.0であり、記録密度は16Gbit/inch²に留まる。

【0027】

従って、従来のレンズ材料よりも高い屈折率を有する材料を用いて、レンズを構成することにより、高い記録密度を実現することができる。また、実施例1のレンズ材料によれば、集光特性が優れており、材料の複屈折が存在していないことが明らかである。なお、実施例1においては、波長685nmの半導体レーザを用いたが、図1、2に示したように、波長360nmまでレンズの集光特性が良好であり、さらに短い波長領域において、さらに高密度の記録を実現することができる。

【実施例2】

【0028】

図4に、KTNのNb添加量xと屈折率および相転移温度との関係を示す。測定波長は、632.8nmであった。Nb添加量に比例して屈折率が上昇し、x=0.35で屈折率2.27に達している。屈折率と同様に相転移温度も直線的に上昇し、x=0.35でほぼ25℃になる。従って、Nbの添加が屈折率の増加に有効であること、結晶が複屈折を持たない条件で使用するためには、Nb添加量が0.35以下であることが重要であることがわかる。

【0029】

Nb添加量x=0.35の結晶を用いて、実施例1と同様にSILを作製する。屈折率2.27のKTN結晶のSILを用いることにより、21Gbit/inch²の記録密度を実現することができる。

【実施例3】

【0030】

図4に示したように、Nb添加量が0.2以上となると、相転移温度は-100℃を越える。従って、保管や輸送温度が相転移温度以下になる可能性があり、結晶材料が相転移を繰り返すことによるクラックの発生などが考えられる。そこで、Li添加量y=0.01のKLTNを用いて、クラック発生を抑制する。

【0031】

Nb添加量x=0.35の結晶を作製し、-45℃～+60℃の温度サイクルを施した

。その結果、Li を添加しない結晶では、1000 サイクル経過後、100 試料のうち2～3 試料の表面に微小クラックが発生した。一方、Li 添加量 $y = 0.01$ の結晶では、クラックの発生は認められなかった。

【実施例 4】

【0032】

図 5 に、本発明の一実施形態にかかるクロスダイクロイックプリズムを示す。実施例 1 と同様の組成のKT 結晶を用いて、3 板式色分離合成光学系に用いられる三角柱プリズム 51a～51d を 4 本作製する。作製には、通常の研磨技術を用いる。三角柱プリズム 51a～51d の直角面には、誘電体多層膜コーティングを施し、各々直角面を接合する。接合された四角柱の横断面の一方の対角線となる直角面 52a, 52c には、RGB 信号のうち R 信号を反射し、G 信号および B 信号を透過する多層膜を付す。他方の対角線となる直角面 52b, 52d には、B 信号を反射し、R 信号および G 信号を透過する多層膜を付す。このようにして、RGB 信号に分離して各々変調を加えてから合成する 3 板式色分離合成光学系に用いられるクロスダイクロイックプリズムを作製する。

【0033】

このクロスダイクロイックプリズムをプロジェクタに設置する。光源は、超高圧水銀ランプ、メタルハライドランプまたはハイパワーキセノンランプを用いて、2000 ルーメンの高輝度で画像を投射する。本実施形態にかかるクロスダイクロイックプリズムは、 2.2 W/cm^2 の照射強度で、10 分間照射した場合の透過率の劣化が、1% 以下またはこれと同等の透過率劣化特性を有する。従って、本プロジェクタの投射映像は、長時間にわたり輝度に変化せず、演色性の高い映像を維持することができる。このように、KT 結晶は、高光耐性、高均質性、高光透過特性を示すので、この材料を用いたクロスダイクロイックプリズムは、プロジェクタなどの高光入力映像装置へ適用することができる。

【実施例 5】

【0034】

実施例 2 と同様のKTN 結晶を用いて、実施例 4 と同様のクロスダイクロイックプリズムを作製する。実施例 4 と同様に、3 板式色分離合成光学系を構成するプロジェクタに適用する。Nb を添加したプリズムにおいても、光透過特性、光耐性は劣化せず、実施例 4 と同様に、安定した高い輝度の映像を投射することができる。また、Li を添加したKT LN 結晶を用いた場合でも、クロスダイクロイックプリズムとして、十分な特性を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】 KT の屈折率の波長依存性を示す図である。

【図 2】 KT の光透過特性を示す図である。

【図 3】 DVD 記録装置のピックアップ系の構成を示す図である。

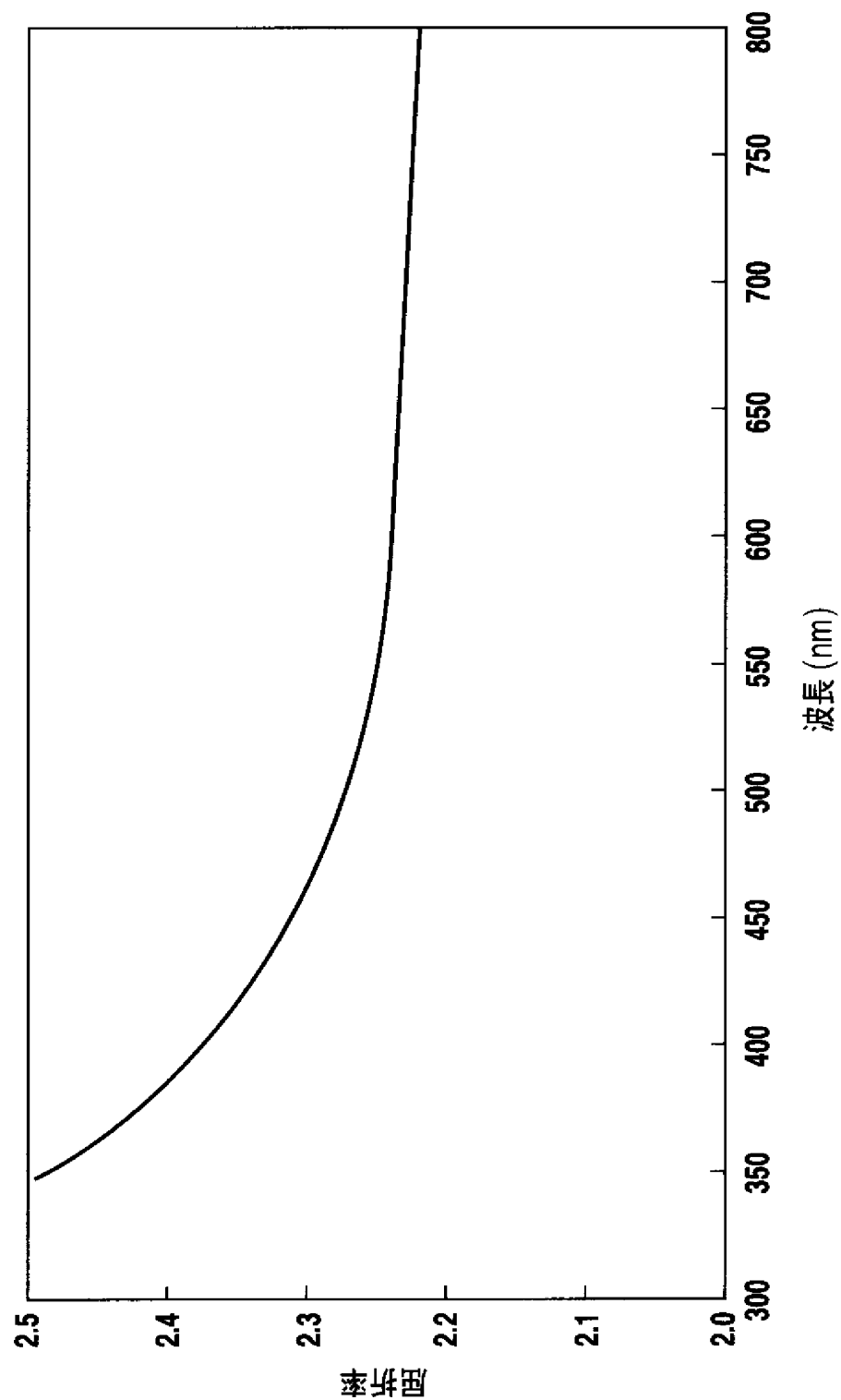
【図 4】 KTN の Nb 添加量 x と屈折率および相転移温度との関係を示す図である。

【図 5】 本発明の一実施形態にかかるクロスダイクロイックプリズムの構成を示す図である。

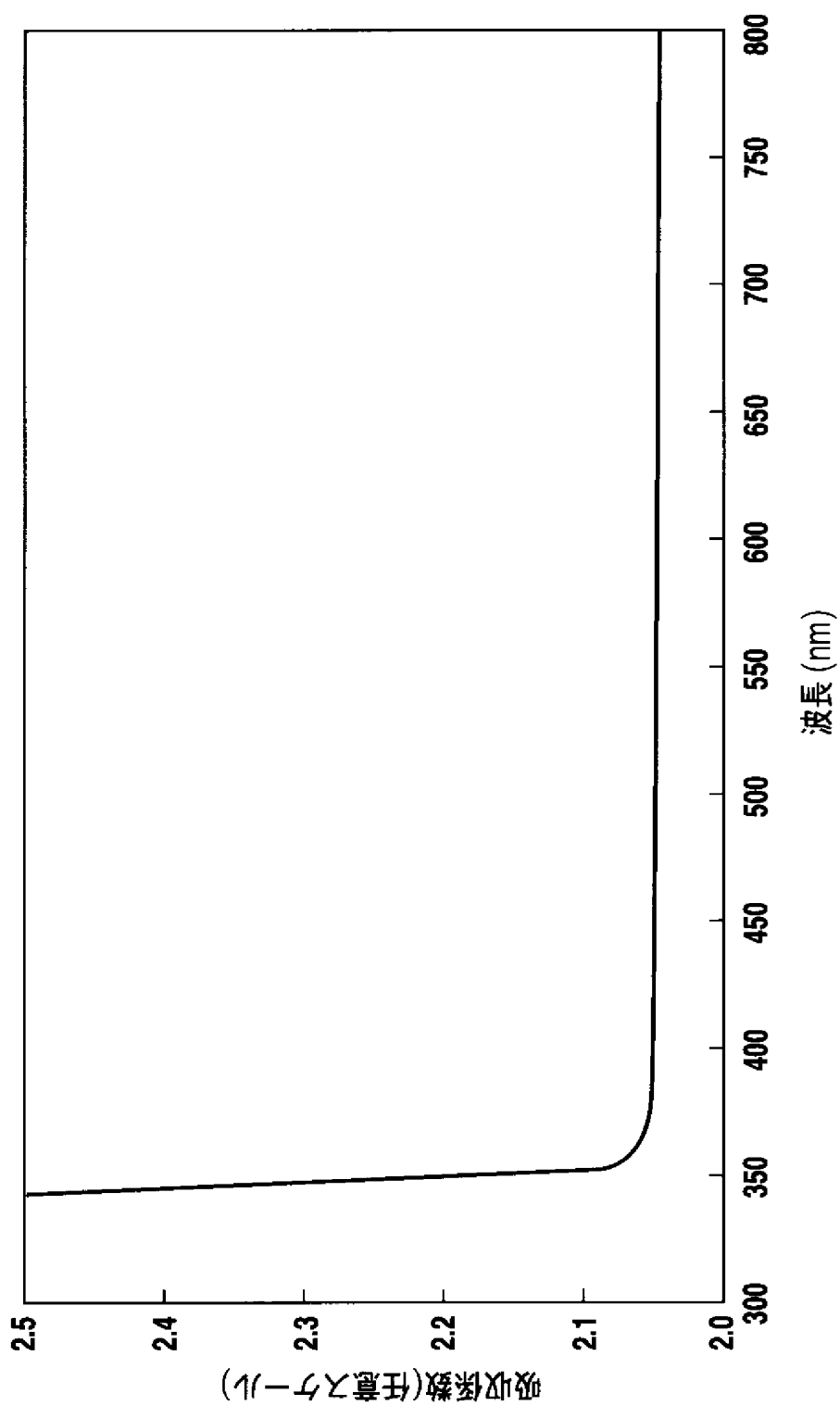
【符号の説明】

【0036】

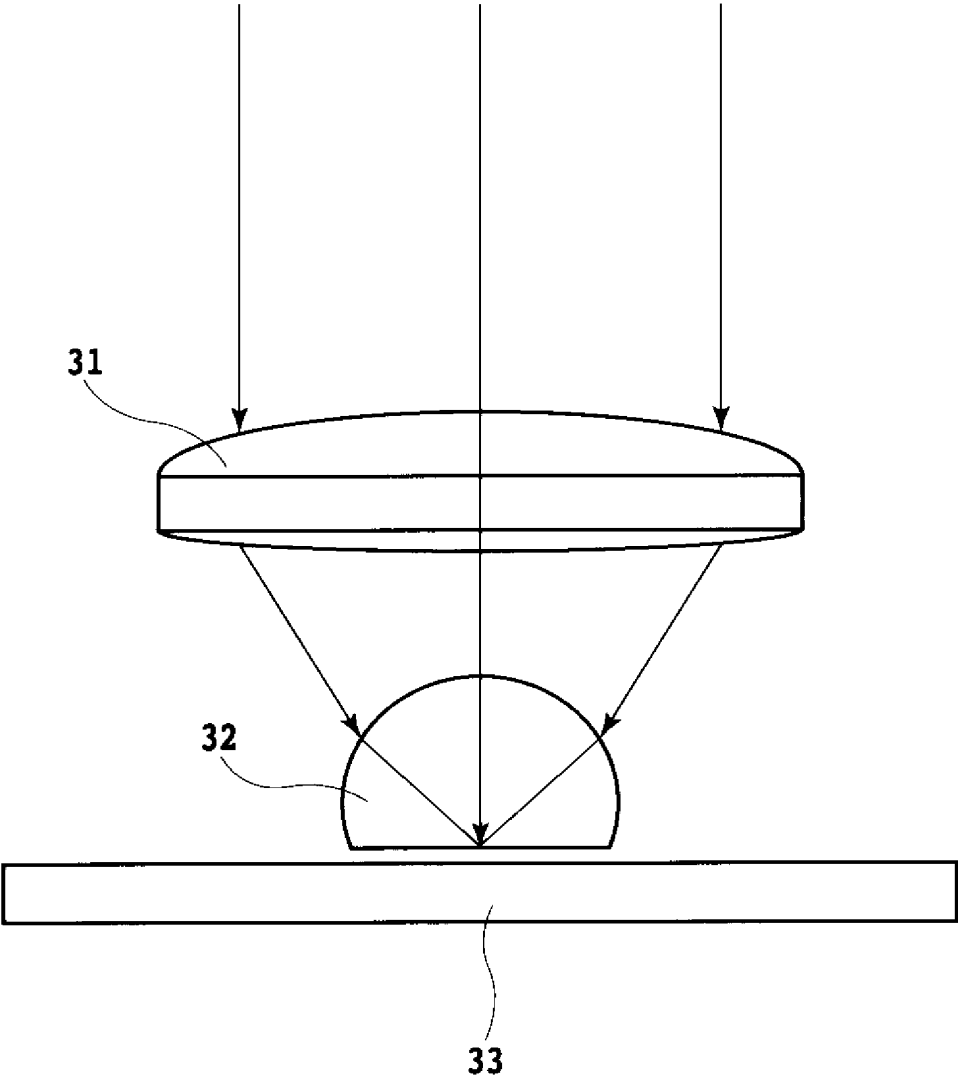
- 31 対物レンズ
- 32 SIL
- 33 光記録媒体
- 51 プリズム

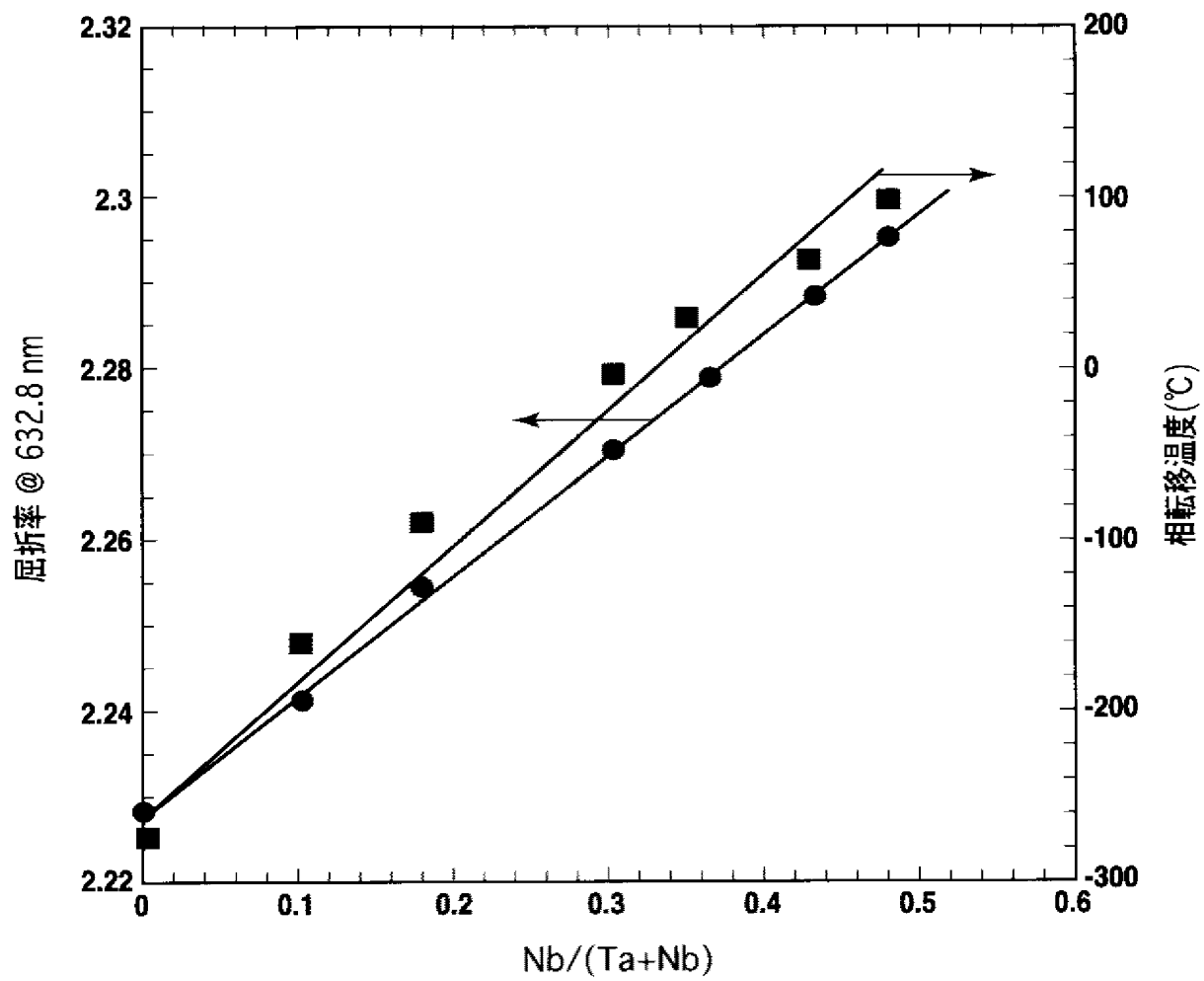


【図 2】

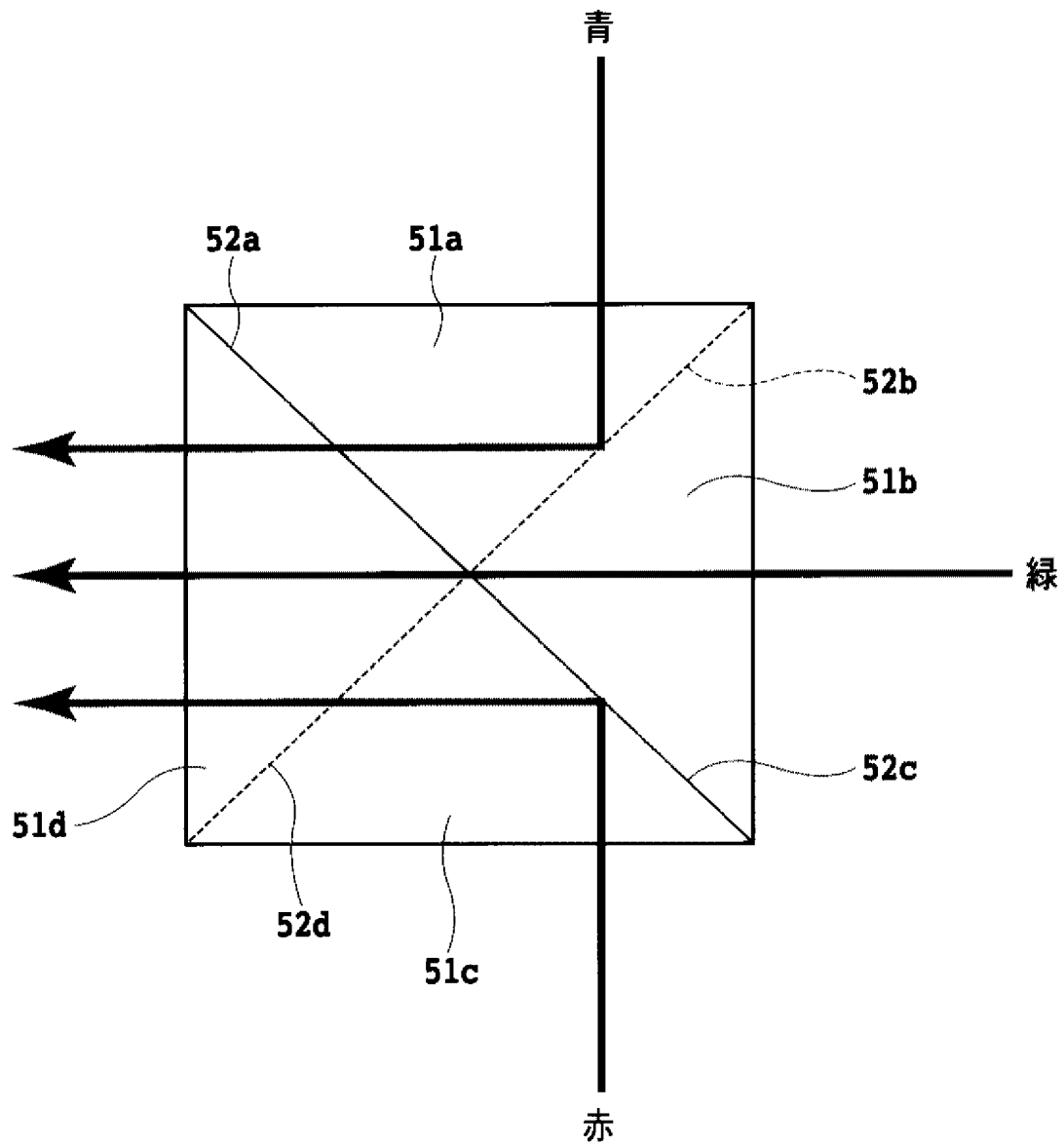


【 図 3 】





【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高屈折率で異方性が無く、透過波長範囲の広い光学材料を得る。

【解決手段】 $\alpha\beta\text{O}_3$ からなり、 α は K、Ba、Sr、Ca の少なくとも 1 つであり、 β は Ta、Ti の少なくとも 1 つである立方晶の単結晶材料を用いる。好ましくは、 $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ からなり、組成 x が $0 \leq x \leq 0.35$ である立方晶の単結晶材料を用いて、相転移温度を室温以下としながら、さらに屈折率を高める。

【選択図】 図 4

出願人履歴

0 0 0 0 0 4 2 2 6

19990715

住所変更

5 9 1 0 2 9 2 8 6

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社